

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 443 067 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 90103410.8

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: C04B 35/54, F16J 15/34

(22) Anmeldetag: 22.02.90

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
28.08.91 Patentblatt 91/35

(71) Anmelder: SIGRI GmbH  
Werner-von-Siemens-Strasse 18  
W-8901 Meitingen(DE)

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
CH DE FR GB IT LI NL

(72) Erfinder: Ammann, Dietrich  
Dr. Nick-Strasse 8c  
W-8900 Augsburg(DE)  
Erfinder: Hirschvogel, Alfred  
Ahornstrasse 3  
W-8901 Achsheim(DE)

(54) Konisches oder kugelzonenartiges Dichtelement aus flexiblem Graphit.

(57) Dichtelement aus Graphit für Kugel- und Kegelschliffverbindungen. Zur Herstellung werden Graphitfolienlagen versetzt überlappend um einen zylindrischen oder kugelzonenförmigen Dorn gewickelt und dann in einer Matrize so verpreßt, daß die Folienlagen im wesentlichen nicht gestaucht werden und die Überlappung erhalten bleibt. Das Dichtelement wird durch eine an seinem oberen Rand befindliche, angepreßte kreisringförmige Zone (1), in der die übereinandergelegten Folienlagen zick-zackförmig gestaucht sind, mechanisch stabilisiert.

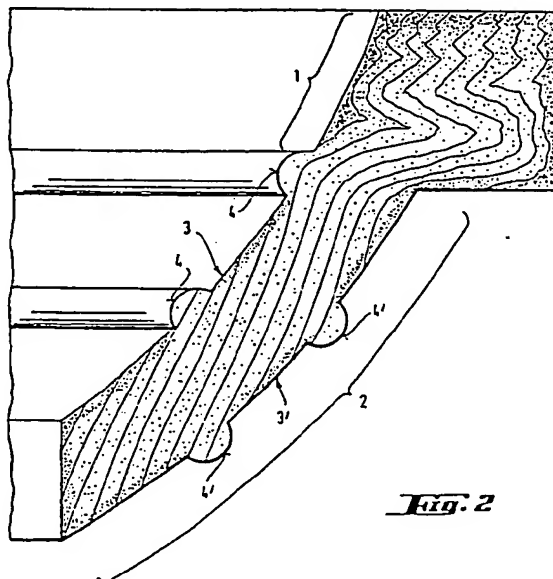


Fig. 2

EP 0 443 067 A1

BEST AVAILABLE COPY

Die Erfindung betrifft ein Dichtelement aus Graphit zum Abdichten des Spalts zwischen Paaren von Teilen mit konischen oder kugelsonenartigen Dichtflächen, das durch Umwickeln eines Dornes mit bandförmigem, flexilem Graphit, Verpressen des Wickelkörpers in Achsrichtung des Dornes in einer Matrize und Abziehen des Dichtelements von dem Dorn hergestellt worden ist.

Kristallographisch gut geordneter Graphit, wie z.B. Flockengraphit läßt sich unter Einwirkung eines Oxidationsmittels und einer konzentrierten Säure in ein Graphitsalz überführen (DE-PS 26 08 866, EP O 305 984 A2) das bei schnellem Erhitzen auf Temperaturen von 700 bis 1000 °C zu sogenanntem wurmförmigem Graphit expandiert. Aus diesem wurmförmigen Graphit können in Pressen oder Walzen ohne Zusatz von Bindemitteln flexible Folien oder Platten hergestellt werden (US-PS 3 404 061).

Wegen der überragenden Temperaturbeständigkeit, der Chemikalienbeständigkeit und der guten Formbarkeit wird flexibler Graphit u.a. für die Herstellung von statischen Dichtungen und wegen seiner guten, selbstschmierenden Eigenschaften auch für dynamische Dichtungen verwendet.

Zur Herstellung von Dichtungsringen, wie sie z.B. in Stopfbuchspackungen oder in Gleitringdichtungen verwendet werden, werden Graphitfolien in Streifen oder Bänder geschnitten oder gestanzt und die Bänder auf einen Dorn gewickelt, dessen Durchmesser gleich dem Innendurchmesser des herzustellenden Dichtungsringes ist. Der erhaltene Wickelkörper, in dem die Schichten der Graphitfolie im wesentlichen parallel zur Achse des Dornes ausgerichtet sind, wird dann in eine Preßform eingelegt und durch Anlegen einer in Richtung der Achse des Dornes wirkenden Kraft verdichtet und in die gewünschte Form gebracht. Bei diesem Preßvorgang werden die Folienbänder gestaucht. Sie falten sich zick-zack-artig ineinander, wodurch eine innige Verzahnung und Verfestigung bewirkt wird.

Dichtungsringe und -Elemente, die keinen rechteckigen Querschnitt haben, sind schwieriger herzustellen. Sie können z.B. aus durch Wickeln und Pressen erhaltenen Rohlingen erhalten werden, indem man die gewünschte Form aus dem Rohling spanabhebend herausarbeitet. Dieses Verfahren ist jedoch sehr aufwendig und wird deshalb selten angewendet. Ein Maßpressen aus einem zylindrischen Wickelkörper mit einem entsprechend angepaßten Preßwerkzeug ergibt nicht den gewünschten Erfolg, da der so erhaltene Dichtungskörper wegen der herstellungsbedingten starken Dichteunterschiede für allgemeine Anwendungen ungünstige Eigenschaften hat. Als Lösung dieses Problems wird in DE-PS 25 26 182 vorgeschlagen, die zum Wickeln auf den Dorn verwendeten Folienbänder

so zuzuschneiden, daß der Wickelkörper ein dem Dichtungsring ähnliches Profil aufweist.

Mit dem im vorstehenden skizzierten Verfahren kann eine große Zahl unterschiedlicher Formen profilierter Dichtungsringe erhalten werden. Kennzeichnend für diesen Dichtungstyp ist die zick-zack-förmige Faltung der Folienlagen, die durch das Stauchen beim Preßvorgang entsteht. Für Dichtelemente mit vergleichsweise dünnen, konisch zulaufenden oder kugelsonenartigen Wänden, wie sie z.B. zum Dichten von entsprechend geformten Glasschliff-, Keramik- oder Metallteilen verwendet werden, ist diese Struktur jedoch nicht geeignet. Die im wesentlichen radialen Druckkräfte im Dichtsystem wirken senkrecht zum bei der Herstellung der Dichtung angewandten Verdichtungsdruck und pressen die Faltung wieder auf. Die Dichtung fließt und hat keinen zuverlässigen Sitz. Entsprechend mangelhaft ist die Dichtwirkung.

Bisher werden zum Abdichten von ineinandergreifenden Konussen oder von kugelsonenartigen Verbindungen spezielle Schliffette sowie Kunststoffhülsen und -Ringe verwendet. Diese Dichtungsmittel haben eine Reihe von Nachteilen. Schliffette werden häufig von in der Apparatur befindlichen Substanzen angelöst oder ausgewaschen und verunreinigen diese. An Schliffette verarmte Schliffverbindungen werden entweder undicht oder/und lassen sich nicht mehr ohne Schwierigkeiten lösen. Schäden an teuren Apparaturen sind die Folge. Fluorkunststoffdichtungen haben nur eine Dauerstandtemperatur von ca. 200 °C. Bei höheren Temperaturen beginnen sie zu fließen. Durch diese geringe Formstabilität wird zusätzlich der Betriebsdruck der Anlagen begrenzt. Unter bestimmten Betriebsbedingungen verkleben derartige Hülsen und Ringe unlösbar mit Glas und machen die Schliffe unbrauchbar. Im Überhitzungsfall geben fluorhaltige organische Polymere gesundheitsschädliche Spaltprodukte ab.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Dichtelement mit hohlkonischen oder hohlkugelsonenartigen Dichtflächen zu schaffen, das bei Temperaturen oberhalb 200 °C beständig ist, selbst bei hohen Temperaturen und Drücken nicht fließt, die Dichtflächen nicht angreift, sich leicht von den Dichtflächen lösen läßt, gesundheitlich unbedenklich ist und eine hervorragende chemische Beständigkeit aufweist.

Die Aufgabe wird mit einem Dichtelement der eingangs genannten Art gelöst, das aus zwei Zonen gebildet ist, nämlich einer unteren Zone mit hohlkonischer oder hohlkugelsonenförmiger Gestalt, die den Dichtflächen der zu verbindenden Teile im wesentlichen entspricht und die aus einer Folge parallel zu den Dichtflächen verlaufender, sich in axialer Richtung versetzt überlappender und miteinander verpreßter Schichten flexiblen Gra-

phits, deren vom Wickeln her flache Form beim Pressen im wesentlichen erhalten geblieben ist und die nicht zu geknickten Strukturen gestaucht worden sind, besteht und einer oberen, einen Verstärkungsring bildenden Zone, die mit der unteren Zone entlang des Kreistrings des größten Durchmessers dieser unteren Zone stoffschlüssig verbunden ist und deren Wandstärke größer als die Wandstärke der unteren Zone ist, in der aber die Graphitfolien beim Pressen gestaucht worden sind und eine zick-zack- oder gewellte Struktur aufweisen.

Der untere Teil des Dichtelements ist der gestellten Dichtungsaufgabe angepaßt. Die Graphitfolienlagen sind auch nach dem Pressen beim Herstellen nicht gefaltet oder geknickt. Sie überlappen sich, wie dies in ähnlicher Weise bei Dachziegeln oder Schindeln der Fall ist. Diese Anordnung gibt der Dichtung eine hohe Druckfestigkeit, ermöglicht aber kleine Gleitbewegungen, die zur Erreichung eines perfekten Sitzes der abzudichtenden Teile auf dem Dichtelement für den Abbau mechanischer Spannungen notwendig sind.

Neben der Stärke der für die Herstellung verwendeten Graphitfolie wird die Stärke des Dichtelements durch die Anzahl der sich überlappenden Folienlagen und deren Überlappungsgrad bestimmt. Bei sehr dünnen Dichtelementen wird eine gegebene Graphitfolienlage von nur einer weiteren Folienlage überdeckt. Bei mechanisch robusteren und bei größeren Dichtelementen überlappen bis zu zehn weitere Graphitfolienlagen eine gegebene Lage. Es ist möglich, noch mehr Graphitfolienlagen in dieser Weise übereinander zu wickeln. Die Weiterverarbeitung zu erfindungsgemäßen Dichtelementen bereitet dann aber zunehmend Schwierigkeiten und die so erhaltenen Dichtelemente haben dann Wandstärken, die für die Lösung der Dichtungsaufgaben im allgemeinen nicht erforderlich sind.

Der Überlappungsgrad zweier benachbarter Graphitfolien in einem Dichtelement liegt in den Fällen, wo sehr dünnwandige, leichte Dichtelemente benötigt werden, im allgemeinen zwischen 30 und 60 %. Dies ist z.B. bei Dichtungen für kegelschleifartige Glasschleife der Fall. Bei dickwandigeren, mechanisch stabileren Dichtelementen, wie Dichtungseinsätzen für Kugelschleife werden Überlappungsgrade von bis zu 80 % hergestellt. Wo dies erforderlich ist, können aber auch hohe Überlappungsgrade bei kegelschleifartigen oder niedrigen Überlappungsgrade bei kugelschleifartigen Dichtungen Anwendung finden.

Die untere Zone ist entlang des Kreistrings ihres größten Durchmessers stoffschlüssig mit einer oberen, einen Verstärkungsring bildenden Zone verbunden. Diese obere Zone besteht ebenfalls aus um einen Dorn gewickelten und dann in Richtung

der Achse des Dornes verpreßten Bändern oder Streifen aus flexiblem Graphit und wird bei der Herstellung der unteren Zone angepreßt. Die Preßmatrize ist dazu so ausgebildet, daß nur die Folienlagen der oberen Zone gestaucht werden und dann im Verstärkungsring des fertig gepreßten Dichtelements geknickt und ineinander zick-zack-artig gefaltet vorliegen. Dadurch wird der Ring gegenüber Druckkräften, die gegen seinen äußeren Umfang wirken, besonders stabil. Die obere Zone dient infolgedessen der Stabilisierung der empfindlichen, unteren Zone des Dichtelements und weniger zu Dichtzwecken. Sie schützt die untere Zone vor Beschädigungen durch Deformation und Berührungen der Dichtflächen z.B. mit Werkzeugen und erleichtert die Handhabung. Bei Anwendungsfällen, bei denen der Verstärkungsring z.B. aus Platzgründen stört oder, wenn die untere Zone des Dichtelements ausreichend formstabil ist, kann auf den Verstärkungsring verzichtet werden. Das Dichtelement muß dann entsprechend vorsichtig hantiert werden.

Die Dichte der Dichtelemente liegt je nach Anwendungsfall zwischen 1,0 und 1,8 g/cm<sup>3</sup>. Wenn die Dichtflächen rauhe oder unebene Oberflächen haben, wird ein Dichtelement mit niedriger Dichte verwendet, da sich dieses beim Anspannen der Dichtung in alle Unebenheiten eindrückt und auch unter diesen ungünstigen Bedingungen noch zuverlässig abdichtet. Dichtelemente mit hohen Dichten werden eingesetzt, wenn eine Abdichtung gegen hohe Drücke gefordert ist. Der genannte Dichtebereich schließt auch extreme Anwendungsfälle ein. Für die üblichen Dichtungsaufgaben reichen jedoch Dichten von 1,2 bis 1,6 g/cm<sup>3</sup> aus. Ausgangsprodukt für die Herstellung erfindungsgemäßer Dichtelemente können käufliche Graphitfolien mit Dichten zwischen 0,5 und 1,1 g/cm<sup>3</sup> sein. Eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Dichtelemente weist auf mindestens einer seiner Dichtflächen mindestens eine kreisringförmige, erhabene Zone auf, deren Dichte geringer als der Mittelwert der Dichte des Grundkörpers ist. Diese Zone dient dazu, beim ersten Andrücken der Dichtungsflächen mit geringer Kraft sofort eine Abdichtung zu bewirken. Beim weiteren Erhöhen der Anpreßkraft wird diese Zone bis auf die Grundfläche der Dichtung komprimiert und stellt dann innerhalb der Dichtflächen des Dichtelements eine Zone besonders guter Dichtwirkung dar. Ein Dichtelement kann auch mehr als eine derartige kreisförmige Zone haben und die Zonen können sich entweder auf einer oder auf beiden Seiten der Dichtflächen befinden. Die Dichte der erhabenen Zonen liegt unter dem Mittelwert der Dichte des Grundkörpers. Sie ist im allgemeinen mindestens 10 % niedriger als der Mittelwert der Dichte des Grundkörpers. Ihre Höhe beträgt 0,2 bis 3 mm und ihre Breite an

der Basis das Doppelte ihrer Höhe. Die Zonen haben zweckmäßigerweise einen kreisabschnitt- oder ellipsenabschnittförmigen Querschnitt. Der Querschnitt kann aber auch andere geeignete Formen, wie z.B. Trapez- oder Dreieckform haben. Anzahl, Ausbildung und Anordnung der erhabenen Zonen können variieren. Sie werden der zu lösenden Dichtungsaufgabe angepaßt.

Die erfindungsgemäßen Dichtelemente haben folgende Vorteile: Sie sind bis zu höchsten Temperaturen druckfest und zeigen kein Kriechen. Die einmal eingestellte Schraubenvorspannung an der Dichtung verändert sich nicht. Mechanische Spannungen innerhalb des Dichtsystems werden infolge der Ausrichtung der Graphitschichten parallel zu den Dichtflächen durch kleine Gleitbewegungen im Dichtelement ohne Beeinträchtigung der Dichtwirkung abgebaut. Da sie ausschließlich aus Graphit bestehen, haben die Dichtelemente eine ausgezeichnete Beständigkeit gegen den Angriff chemischer Agenzien. Sie sind bis zu höchsten Temperaturen stabil, wobei von ca. 450 °C ab ein die Oxidation verhinderndes Schutzgas angewendet werden muß. Sie lassen sich jederzeit leicht von den Dichtflächen lösen, wodurch Beschädigungen der Dichtflächen vermieden werden. In vielen Fällen kann das Dichtelement danach weiterverwendet werden. Der als Dichtungswerkstoff verwendete hochreine Graphit ist gesundheitlich völlig unbedenklich und setzt auch bei höheren Temperaturen keine gefährlichen Zersetzungsprodukte frei.

Dichtelemente nach der Erfindung werden beispielsweise zum Abdichten von Schliffverbindungen an Glas- oder Quarzgutapparaturen, an entsprechend geformten Verbindungen aus Keramik oder zum Abdichten von Konussen an Spritzgußmaschinen verwendet.

Die Erfindung wird anhand der folgenden Abbildungen beispielhaft erläutert.

Es zeigen:

- Fig. 1, eine perspektivische Gesamtansicht eines Dichtelements für Kugelschliffe.
- Fig. 2, einen Querschnitt durch ein Dichtelement für Kugelschliffe.
- Fig. 3, einen Querschnitt durch ein Dichtelement für Kegelschliffe.

In den Fig. ist (1) die obere, den Verstärkungsring bildende Zone, in der die verpreßten Folienlagen, wie aus Fig. 2 und 3 hervorgeht, eine im wesentlichen gefaltete, zick-zack-artige Struktur haben. Die obere Zone (1) ist stoffschlüssig mit der unteren Zone (2), die die Dichtflächen (3) und (3') aufweist, verbunden. In der unteren Zone sind die Folienlagen nicht gefaltet oder gestaucht, sondern sie überlappen sich, wie die Fig. 2 und 3 zeigen, in achsialer Richtung lagenweise versetzt. Auf den

Dichtflächen (3), (3') befinden sich kreisringförmige, erhabene Zonen (4, 4'), die eine niedrigere Dichte als der Grundkörper des Dichtelements haben und der Verbesserung der Dichtwirkung dienen.

#### Patentansprüche

1. Dichtelement aus Graphit zum Abdichten des Spalts zwischen Paaren von Teilen mit konischen oder kugelizonenartigen Dichtflächen, das durch Umwickeln eines Dornes mit bandförmigem, flexiblem Graphit, Verpressen des Wickelkörpers in Achsrichtung des Dornes in einer Matrize und Abziehen des Dichtelements von dem Dorn hergestellt worden ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Dichtelement aus zwei Zonen (1, 2) gebildet ist, einer unteren Zone (2) mit hohlkonischer oder hohlkugelizonenförmiger Gestalt, die den Dichtflächen der zu verbindenden Teile im wesentlichen entspricht und die aus einer Folge parallel zu den Dichtflächen verlaufender, sich in achsialer Richtung versetzt überlappender und mit einander verpreßter Schichten flexiblen Graphits, deren vom Wickeln her flache Form beim Pressen im wesentlichen erhalten geblieben sind, besteht und einer oberen, einen Verstärkungsring bildenden Zone (1), die mit der unteren Zone (2) entlang des Kreisrings des größten Durchmessers dieser unteren Zone stoffschlüssig verbunden ist und deren Wandstärke größer als die Wandstärke der unteren Zone (2) ist, in der aber die Graphitfolien beim Pressen gestaucht worden sind und eine Zick-Zack- oder gefaltete Struktur aufweisen.
2. Dichtelement nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es nur aus der unteren Zone (2) mit hohlkonischer oder hohlkugelizonenförmiger Gestalt besteht.
3. Dichtelement nach Patentanspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Seite seiner Dichtflächen mindestens eine kreisringförmige, erhabene Zone (4, 4') hat, deren Dichte niedriger als die Dichte des Grundkörpers ist.
4. Dichtelement nach den Patentansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichte der kreisringförmigen, erhabenen Zonen (4, 4') mindestens 10 % unter dem Mittelwert der Dichte des Grundkörpers liegt, ihre Höhe 0,2 bis 3 mm und ihre Breite an der

**BEST AVAILABLE COPY**

Basis das Doppelte ihrer Höhe beträgt.

5. Dichtelement nach den Patentansprüchen 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die erhabenen Zonen (4, 4') einen kreisabschnittförmigen Querschnitt haben. 5
6. Dichtelement nach den Patentansprüchen 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die erhabenen Zonen (4, 4') einen dreieckigen Querschnitt haben. 10
7. Dichtelement nach den Patentansprüchen 1 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die erhabenen Zonen (4, 4') einen trapezförmigen Querschnitt haben. 15
8. Dichtelement nach den Patentansprüchen 1 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
es eine Rohdichte im Bereich von 1,0 bis 1,8 g/cm<sup>3</sup> aufweist. 20
9. Dichtelement nach den Patentansprüchen 1 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
es eine Rohdichte im Bereich von 1,2 bis 1,6 g/cm<sup>3</sup> aufweist. 25
10. Dichtelement nach den Patentansprüchen 1 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
eine gegebene Lage Graphitfolien von wenigstens einer weiteren und höchstens von 10 weiteren Lagen Graphitfolie überlappt wird. 30
11. Dichtelement nach den Patentansprüchen 1 bis 10,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Überlappung zweier, benachbarter Lagen Graphitfolie im Bereich von 30 bis 90 % liegt. 35

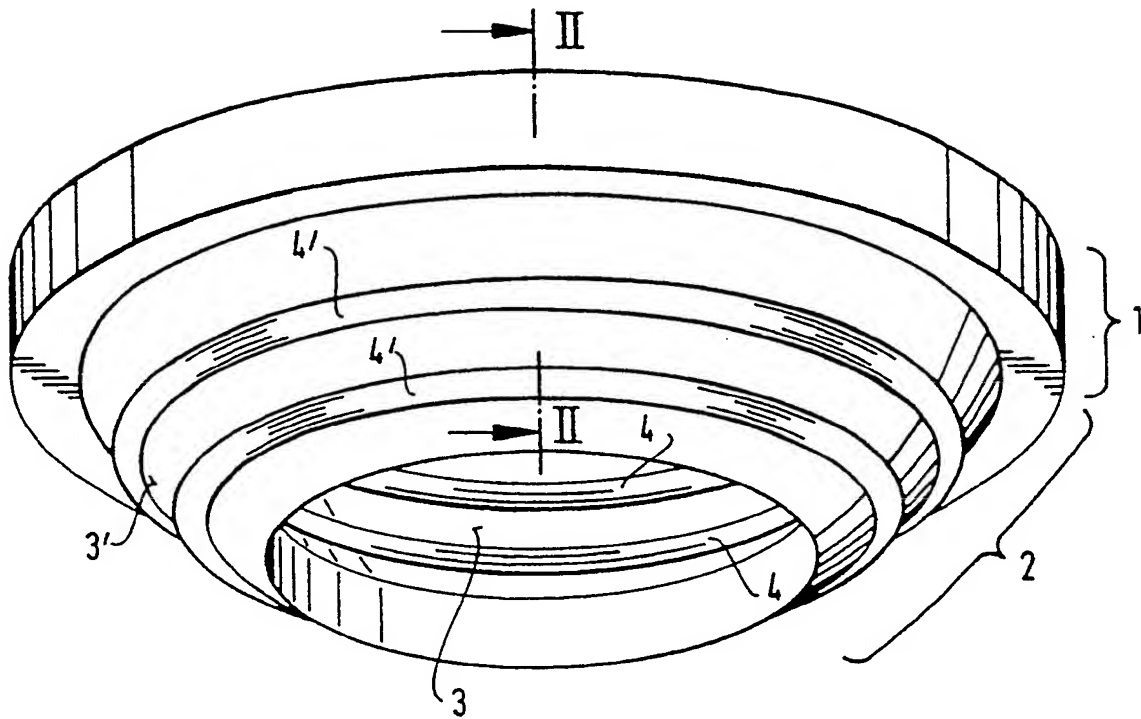
45

50

55

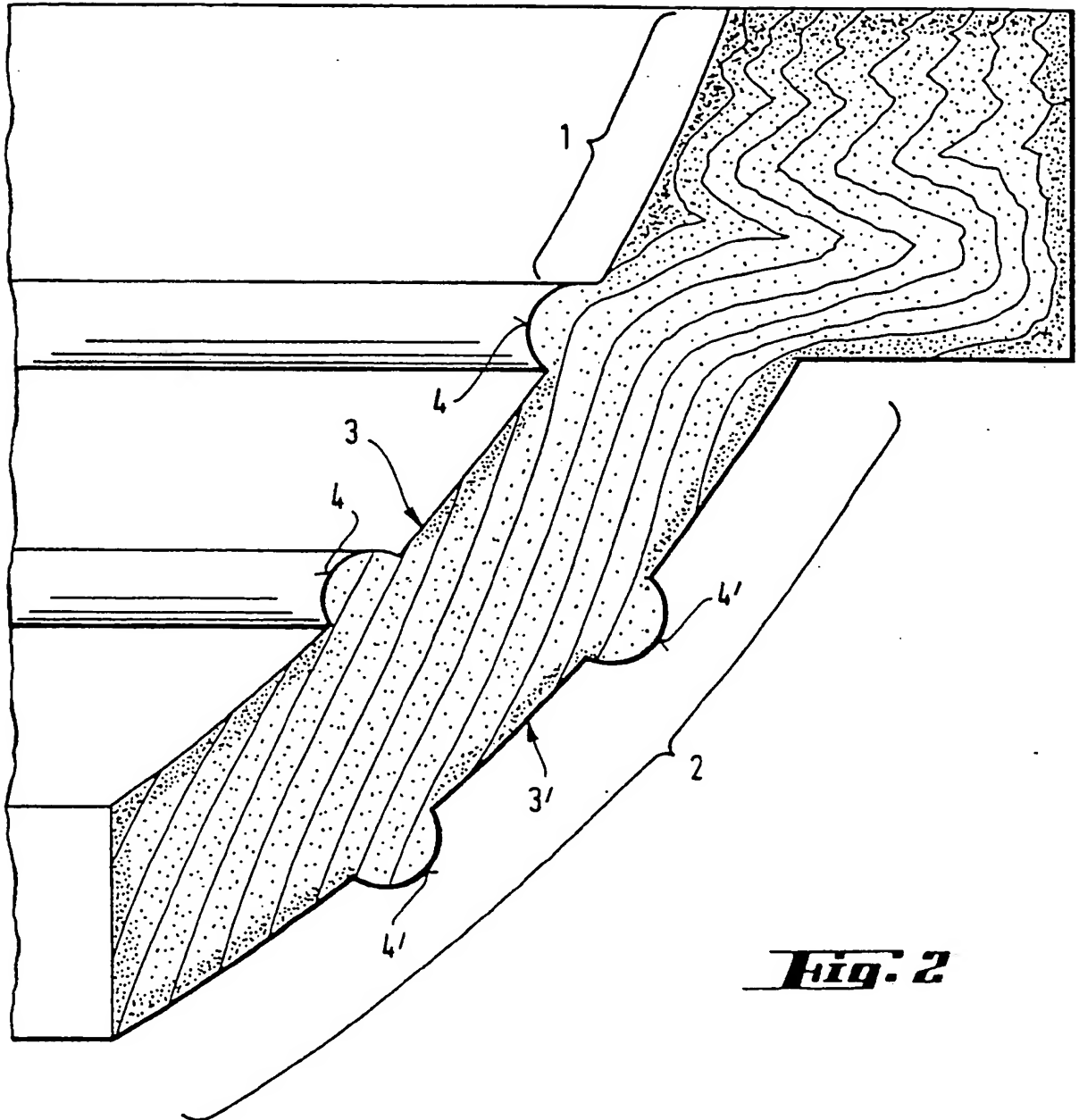
Y900 ELBAJIAVA 1234

**BEST AVAILABLE COPY<sup>5</sup>**



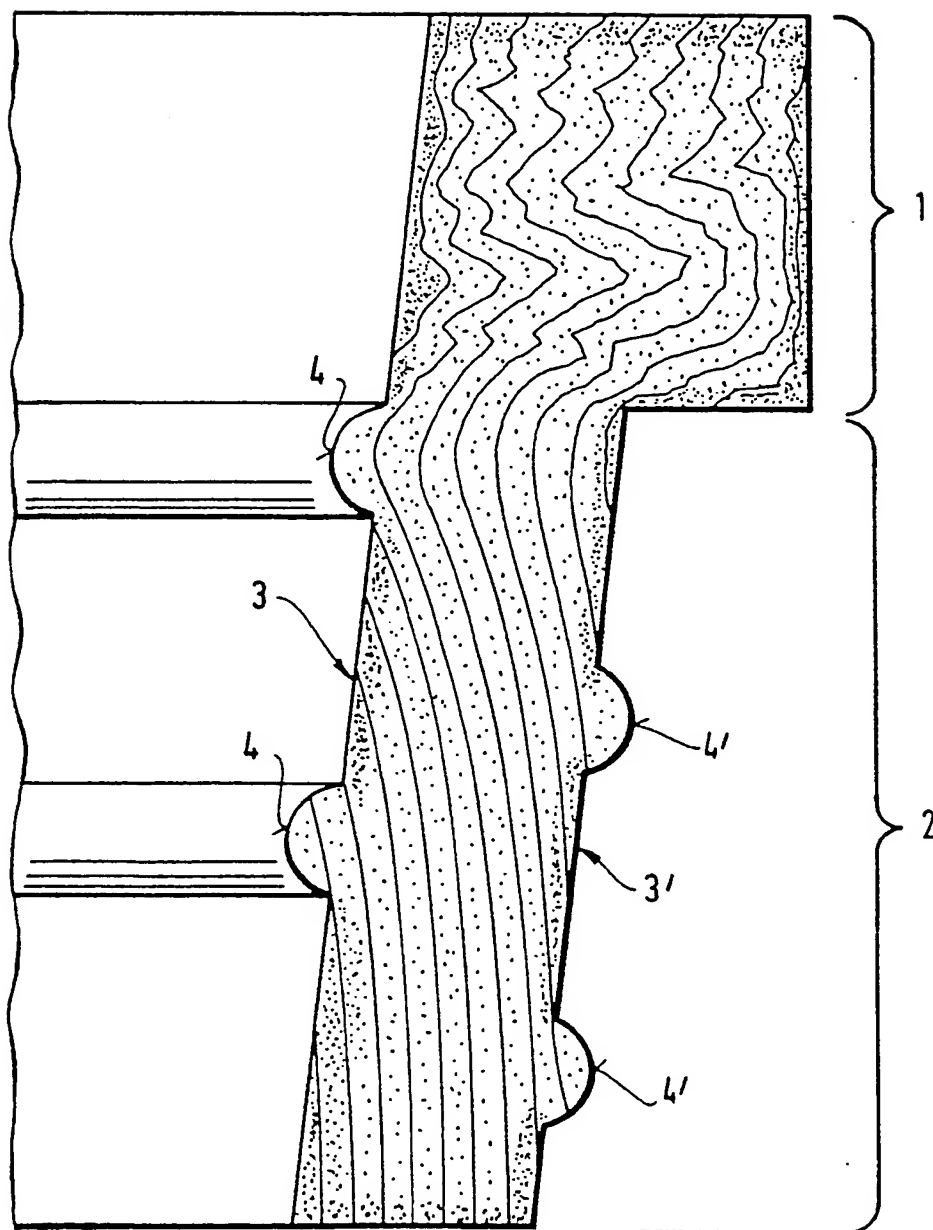
***Fig. 1***

BEST AVAILABLE COPY



THIS DRAWING IS A COPY

BEST AVAILABLE COPY



**Fig. 3**

BEST AVAILABLE COPY





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 90 10 3410

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
Y,D	DE-B-2 526 182 (SIGRI ELEKTROGRAPHIT GmbH) * Ansprüche 1,2; Figur 2 *	1-11	C 04 B 35/54 F 16 J 15/34
Y,D	US-A-3 404 061 (J.H. SHANE et al.) * Figuren 5,10; Spalte 15, Zeilen 45-71; Spalte 13, Zeilen 49-52 *	1-11	
A	GB-A-1 227 405 (THE DOW CHEMICAL CO.) * Anspruch 1; Spalte 3, Zeilen 120-123 *	1-11	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			C 04 B 35/00 C 01 B 31/00 F 16 J 15/00
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 12-10-1990	
		Prüfer HAUCK, H.N.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument * : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPF FORM 150 (03/82) (P040)

BEST AVAILABLE COPY

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**